

## СТАНОВИЩЕ

на дисертационен труд

за придобиване на образователна и научна степен "доктор"

в професионално направление 4.1 Физически науки

по процедурата по защита във Физическия факултет,

Софийски университет "Св. Климент Охридски"

Становището е изготвено от проф. д-р Джермано Монтемезани от Университета на

Лорейн, Мец (Франция), в качеството си на член на научното жури съгл

Заповед № РД38-321/06/07/2023 г. на Ректора на Софийския университет.

Заглавие на дисертацията: Проектиране на композитни импулсни последователности за  
квантови технологии

Автор: Хайк Л. Геворкян

### Данни за кандидата

Кандидатът Хайк Л. Геворкян получава бакалавърска степен по „Физика“ от Държавния Еревански Университет, Ереван (Армения) през 2016 г. и магистърска степен по „Теоретична физика“ от същия университет през 2018 г. Това е съчетано с международна магистърска степен по „Физика, Photonics & Nanotechnology“ от Университета на Bourgogne-Franche-Comté в Дижон (F) през същата година. От 2018 г. до 2021 г. печели стипендия Мария Склодовска-Кюри в рамките на проектът LIMQUET от изследователската програма Хоризонт 2020, в рамките на който е подготвена настоящата дисертация. В момента г-н Геворкян е младши научен сътрудник в Еревански институт по физика на Националната лаборатория А. Алиханян в Ереван. Неговата докторска дисертацията е довела до три научни публикации в отлични списания, една публикувани през 2021 г. и две в печат. Проучването на Web of Science разкрива две допълнителни публикации, несвързани с настоящата дисертация. Досието на г-н Геворкян също включва близо 30 презентации на национални или международни конференции в устен или постер формат, което потвърждава неговата безспорна квалификация.

### Обща характеристика на научните постижения на кандидата

В своята дисертация Хайк Л. Геворкян представя сбито и добре организирано обобщение на неговите теоретични резултати във връзка с оптимизирането на различни видове композитни импулсни последователности, подходящи за квантовите технологии и за поляризационната оптика. Дългият 128 страници ръкопис съдържа въведение, 6 основни глави и последна кратка глава със заключения и перспективи. Предходната работа по темата е уместно цитирана с общо 181 библиографски записи.

Въведението обсъжда накратко различни техники за квантов контрол и въвежда различни въртящи и фазови гейтове, действащи върху кубити. Някои специфични гейтове, които ще бъдат обсъдени по-късно в дисертацията се въвеждат за първи път тук, като ротационните гейтове  $X$  и на Адамар или  $Z$ ,  $S$  и  $T$  фазови гейтове. Концепцията, лежаща в основата на композитните импулси, също се обсъжда за първи път тук с няколко примера от литературата.

Глава 2 е посветена на използването на композитни импулси за ротационни гейтове с висока точност. Преди да опише процедурата за оптимизация, г-н Геворгян започва с обсъждане на използвания подход  $SU(2)$  и мярката за точност (вярност на разстоянието на Фробениус), която трябва да се максимизира. Дадени са различни конкретни примери за специфични ротационни гейтове, оптимизирани при различни порядъци в грешката на относителната площ на импулса (до 8 порядък).

Глава 3 представя подобни резултати за случая на квантови фазови гейтове, докато Глава 4 разглежда методите за изобразяване на композитните последователности за различни типове гейтове или теснолентови, или пропускащи, които могат да представляват интерес за квантовите сензори.

Глава 5 отразява до голяма степен наскоро приета статия и представя нови методи за получаване на свръхмалки, но прецизни вероятности за възбуждане и ултрамалки ротации на кубити. Представеният композитен импулсен подход може да бъде полезен в приложения като генериране на един фотон от студен атомен ансамбъл от  $N$  атоми с вероятност за преход от  $1/N$ .

Глава 6 обсъжда алтернативен метод за извеждане, водещ до последователности, подходящи за широколентови и теснолентови вълнови забавители в поляризационната оптика. Случаят на поляризационната оптика е доразвит в Глава 7, където теоретично е описан нов метод за реализиране на нересципрочни композитни вълнови пластини и оптични изолатори с широколентов характер. Тук нересципрочността се осигурява от фарадеевите ротатори, включени във всеки елемент (поне 3) от съставната последователност. Тази глава предшества раздел с кратки заключения и перспективи.

#### Забележки, препоръки и въпроси

Докторската дисертация е написана на отличен английски език в кратък и професионален стил, даващ ясна индикация, че кандидатът владее перфектно своята изследователска тема и свързаната с нея литература. Оценявам въведенията и заключенията, дадени в началото и в края на всяка глава. Нямам конкретни препоръки освен забележката, че в някои случаи илюстриращите графики са преместени в края на главата, а можеха да бъдат представени по-рано, за да се улесни четенето. Два въпроса ми идват на ум:

- В целия ръкопис се приема, че единственият източник на грешка е в областта на импулса (амплитуда и/или продължителност на импулса) и относителната грешка се приема еднаква за всички импулси, което изглежда разумно. Въпреки това изчислените импулсни фази, необходими за компенсиране на тези грешки, са дадени с голяма степен на точност (обикновено четири цифри в единици  $\pi$ ). Въпросът е за точността, с която тези фази могат да бъдат установени експериментално и какъв би бил ефектът от малка случайна грешка върху тези фази върху крайното представяне.
- Вторият въпрос се отнася до елементите на нересципрочната поляризационна оптика в глава 7. Тук оптимизацията се прави по отношение на отклонението  $\epsilon$  на фазовото изместване на забавителя по отношение на номиналното фазово забавяне, което е еквивалентно на площта на импулса. Въпреки това, нелинейността, свързана с много силната дисперсия на материалната константа на Verdet (уравнение (7.9)) има ефекта, че късите дължини на вълните са с по-голяма тежест по отношение на по-дългите дължини на вълните в процедурата за оптимизация. Това е така, защото един и същ интервал на дължина на вълната (или честота) води до по-голям диапазон на  $\epsilon$  при къси дължини на

вълните. Ще съществува ли метод за по-равностойно третиране на спектъра на дължината на вълната (или честотата) в процедурата за оптимизация? Свързан въпрос се отнася до избора на интервала  $\epsilon$   $[-\pi, \pi]$  за оптимизиране на широколентовия изолатор, който изглежда някак произволен. Наистина, отклонението може лесно да надвиши  $\pi$  с много от положителната страна. Например, ако номиналната дължина на вълната е 850 nm, отклонението ще бъде  $\approx 1,24\pi$  при 600 nm и  $\approx 2,58 \pi$  при 500 nm. Очаквате ли значително подобрение чрез адаптиране на оптимизационния интервал като функция на целевия спектрален диапазон на ахроматичността?

### Заклучение

Г-н Gevorgyan представи впечатляващи теоретични резултати относно проектирането на различни композитни импулсни последователности за квантови гейтове с висока точност и висока прецизност, както и силно ахроматични поляризационни оптични компоненти. Това е изследване на много добро ниво, вече публикувано в добри научни списания (2 x Phys. Rev. A, 1 x Opt. Commun.). Дисертацията и научните публикации на г-н Геворкян покриват минималните национални научни изисквания на ЗРАС и Правилника към нея, както и изискванията на Физическия факултет на СУ "Св. Климент Охридски". Ето защо силно подкрепям присъждането на образователната и научна степен „доктор“ в професионалната област Физически науки.

Мец, 20.09.2023 г.

проф. д-р Германо Монтемецани



